

P24205.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Nobuhiko NOMA et al.

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : DSL MODEM APPARATUS AND COMMUNICATION CONTROL METHOD

**CLAIM OF PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2003-299108, filed August 22, 2003. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,  
Nobuhiko NOMA et al.

  
Bruce H. Bernstein  
Reg. No. 29,027  
33,329

February 19, 2004  
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.  
1950 Roland Clarke Place  
Reston, VA 20191  
(703) 716-1191

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

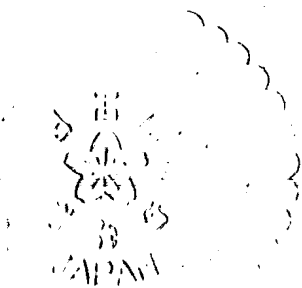
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 8月22日

出願番号  
Application Number: 特願2003-299108  
[ST. 10/C]: [JP2003-299108]

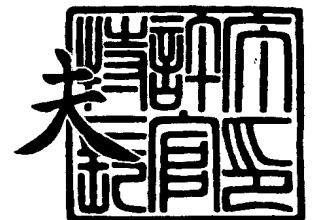
出願人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社



2003年10月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3088914

【書類名】 特許願  
【整理番号】 2952050054  
【提出日】 平成15年 8月22日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H04L 12/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 福岡県福岡市博多区美野島四丁目1番62号 パナソニックコミュニケーションズ株式会社内  
    【氏名】 野間 伸彦  
【発明者】  
    【住所又は居所】 福岡県福岡市博多区美野島四丁目1番62号 パナソニックコミュニケーションズ株式会社内  
    【氏名】 高木 元三  
【発明者】  
    【住所又は居所】 福岡県福岡市博多区美野島四丁目1番62号 パナソニックコミュニケーションズ株式会社内  
    【氏名】 永井 元芳  
【発明者】  
    【住所又は居所】 福岡県福岡市博多区美野島四丁目1番62号 パナソニックコミュニケーションズ株式会社内  
    【氏名】 荒木 光弘  
【発明者】  
    【住所又は居所】 福岡県福岡市博多区美野島四丁目1番62号 パナソニックコミュニケーションズ株式会社内  
    【氏名】 熱田 昭  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005821  
    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100105050  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 鷺田 公一  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 041243  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9700376

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

データ通信前に特定信号を交換するイニシャライズ手順を実行する制御手段と、サブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算する乗算手段と、複数の送信データが同時に複数のサブキャリアで送信されるように変調する変調手段と、を具備したDSLモデム装置。

**【請求項 2】**

前記乗算手段は、イニシャライズ手順において特定信号に含まれる一部の送信データだけにゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算する請求項 1 記載のDSLモデム装置。

**【請求項 3】**

前記乗算手段は、イニシャライズ手順の中で最初に交換されるREVERB信号だけにゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算することを特徴とする請求項 2 記載のDSLモデム装置。

**【請求項 4】**

前記乗算手段は、イニシャライズ手順において交換される全ての特定信号に対してゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算する請求項 1 記載のDSLモデム装置。

**【請求項 5】**

前記乗算手段は、複数の距離に対応してそれぞれ用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを使用可能であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載のDSLモデム装置。

**【請求項 6】**

データ通信を実行する制御手段と、サブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算する乗算手段と、複数の送信データが同時に複数のサブキャリアで送信されるように変調する変調手段と、を具備したDSLモデム装置。

**【請求項 7】**

前記乗算手段は、データ通信中に送信される全ての送信データに対してゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算する請求項 6 記載のDSLモデム装置。

**【請求項 8】**

前記乗算手段は、複数の距離に対応してそれぞれ用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを使用可能であることを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 記載のDSLモデム装置。

**【請求項 9】**

データ通信前に特定信号を交換するイニシャライズ手順を実行し、サブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算し、乗算結果が同時に複数のサブキャリアで送信されるように変調する通信制御方法。

**【請求項 10】**

データ通信を実行し、サブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算し、複数の送信データが同時に複数のサブキャリアで送信されるように変調する通信制御方法。

**【書類名】明細書****【発明の名称】DSL モデム装置及び通信制御方法****【技術分野】****【0001】**

本発明は、メタルケーブルを使用したデジタル通信に適用可能なDSL モデム装置及び通信制御方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

既設の電話線を使うxDSLは、通信距離の制限を受ける代わりに、高い周波数の信号を使って高速通信を実現している。高い周波数の信号は減衰率が大いため、xDSLの通信距離を長くする上で障害となっており、これまで種々の対策が考えられてきた。例えば、C-R-E-V-E-R-B信号の受信エネルギーに基づいてゲインコントロールし、送信信号の信号エネルギーを上げることで信号劣化を克服しようとしている（例えば特許文献1参照）。

**【特許文献1】**特開2003-008536号公報

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

しかしながら、DMT (discrete multi tone) 変調方式のように広い周波数帯域幅で複数のキャリア（サブキャリア）を用いる場合、サブキャリア毎に振幅及び位相角が個々に変化するので、全てのサブキャリアの信号エネルギーを一律に上げたとしても、個々のサブキャリアの振幅及び位相角までも正しく伝えることができない。さらに、通信距離を長くした場合、従来のゲインコントロールのような粗い調整だけでは受信側で信号を捕捉できなくなる可能性があった。

**【0004】**

本発明は、以上のような実情に鑑みてなされたもので、個々のサブキャリアで送信される送信データの振幅及び位相角を正しく受信側で伝達でき、通信距離を長くすることのできるDSL モデム装置及び通信制御方法を提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

本発明は、データ通信前に特定信号を交換するイニシャライズ手順を実行し、サブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算し、乗算結果が同時に複数のサブキャリアで送信されるように変調するものとした。

**【0006】**

また本発明は、データ通信中に、サブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算し、複数の送信データが同時に複数のサブキャリアで送信されるように変調するものとした。

**【発明の効果】****【0007】**

本発明によれば、サブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算するので、個々のサブキャリアで送信される送信データの振幅及び位相角を正しく受信側で伝達でき、通信距離を長くすることのできるDSL モデム装置及び通信制御方法を提供できる。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0008】**

本発明の第1の態様は、データ通信前に特定信号を交換するイニシャライズ手順を実行する制御手段と、サブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算する乗算手段と、複数の送信データが同時に複数のサブキャリアで送信されるように変調する変調手段と、を具備したDSL モデム

装置である。

【0009】

このように構成されたDSLモデム装置によれば、サブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算するので、回線での振幅減衰分及び位相角シフト分が事前に補償された状態で送信されることとなり、回線で振幅減衰分及び位相角シフトを受けた結果、受信側では元データと同じ振幅及び位相角のデータを受信できるものとなる。

【0010】

本発明の第2の態様は、第1の態様のDSLモデム装置において、前記乗算手段は、イニシャライズ手順において特定信号に含まれる一部の送信データだけにゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算するものとした。

【0011】

これにより、イニシャライズ手順において送信される特定信号の一部の送信データだけを事前補償処理の対象とすることができる。

【0012】

本発明の第3の態様は、第2の態様のDSLモデム装置において、前記乗算手段は、イニシャライズ手順の中で最初に交換されるREVERB信号だけにゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算するものとした。

【0013】

これにより、イニシャライズ手順の中で最初に交換されるREVERB信号だけ特別に事前補償処理の対象とすることができ、リモート側においてはC-REVERB1信号に基づいたシンボル同期を確立でき、センター側においてはR-REVERB1信号の信号捕捉を確実にに行い得、手順が滞ることなく進行させることができる。

【0014】

本発明の第4の態様は、第1の態様のDSLモデム装置において、前記乗算手段は、イニシャライズ手順において交換される全ての特定信号に対してゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算するものとした。

【0015】

これにより、イニシャライズ手順において交換される全ての特定信号をお互いに確実に捕捉できるものとなる。

【0016】

本発明の第5の態様は、第1から第4のいずれかの態様のDSLモデム装置において、前記乗算手段は、複数の距離に対応してそれぞれ用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを使用可能であるものとした。

【0017】

これにより、距離に応じて適切なゲイン補償データ及び位相角補償データを使うことができる。

【0018】

本発明の第6の態様は、データ通信を実行する制御手段と、サブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算する乗算手段と、複数の送信データが同時に複数のサブキャリアで送信されるように変調する変調手段と、を具備したDSLモデム装置である。

【0019】

このように構成されたDSLモデム装置によれば、サブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算するので、回線での振幅減衰分及び位相角シフト分が事前に補償された状態で送信されることとなり、回線で振幅減衰分及び位相角シフトを受けた結果、受信側では元データと同じ振幅及び位相角のデータを受信できるものとなる。

【0020】

本発明の第7の態様は、第6の態様のDSLモデム装置において、前記乗算手段は、デ

ータ通信中に送信される全ての送信データに対してゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算するものとした。

【0021】

これにより、距離が離れていてもゲイン補償及び位相角補償がされているので、信号を確実に捕捉することができる。

【0022】

本発明の第8の態様は、第6又は第7の態様のDSLモデム装置において、前記乗算手段は、複数の距離に対応してそれぞれ用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを使用可能にした。

【0023】

これにより、距離に応じて適切なゲイン補償データ及び位相角補償データを使うことができる。

【0024】

本発明の第9の態様は、データ通信前に特定信号を交換するイニシャライズ手順を実行し、サブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算し、乗算結果が同時に複数のサブキャリアで送信されるように変調する通信制御方法である。

【0025】

本発明の第10の態様は、データ通信を実行し、サブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算し、複数の送信データが同時に複数のサブキャリアで送信されるように変調する通信制御方法である。

【0026】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について具体的に説明する。

【0027】

図1は、本発明が適用されるATU-R側の通信システムの概略構成を示す図である。同図に示す通信システムは、公衆回線網又はこれと同等の回線網（以下、回線という）がスプリッタ1を介してADSLモデム装置2に接続され、さらにADSLモデム装置2にユーザ端末3が接続されている。なお、ユーザ端末3と電話機4とを1回線で利用する場合にはスプリッタ1が必要となるが、電話機4を使用しない形態であればスプリッタ1は必要ない。また、ユーザ端末3がADSLモデム装置2を内蔵するように構成することも可能である。

【0028】

ADSLモデム装置2は、ADSL通信を実行するランシーバ11と、このランシーバ11を含む全体の動作を制御するホスト12とを備えている。ランシーバ11の回線側端部はアナログフロントエンド（以下、AFEという）を介してアナログ回路で構成されている。AFE13のDA変換部に対してアナログフィルタ14を介してドライバ15が接続され、ドライバ15で増幅されたアナログ信号がハイブリッド16を介して回線へ送出されるように構成されている。また、回線から到来したアナログ信号はハイブリッド16を介してレシーバ17で受信されアナログフィルタ18を介してAFE13のAD変換部に入力されるように構成されている。AFE13は、AD変換部から出力されるサンプリングデータをランシーバ11へ出力する。

【0029】

図2はランシーバ11の機能ブロック図である。プロセッサ20は、ハンドシェイク手順、イニシャライズ手順を実行し、データ通信（ショータム）中の通信制御を実行する機能を備える部分である。

【0030】

ランシーバ11の送信側は、エラーチェックのための冗長ビットを付加するリードソロモン符号化部21、リードソロモン復号時のバーストエラーに対する訂正を可能とするためデータの並べ替えを行うインターリーブ部22、トレリス符号化によるデータの畳み

込みを行うトレリス符号化部 23、各キャリアに対するビット数の割付けを行うトーンオーダリング部 24、送信データの位相をコンステレーション座標上に割り付けるコンステレーション符号化部 25、コンステレーション符号化されたデータを逆高速フーリエ変換（以下、IFFTという）する IFFT 部 26 から構成されている。

#### 【0031】

トランシーバ 11 の受信側は、受信信号のサンプリングデータを高速フーリエ変換（以下、FFT という）する FFT 部 27、FFT 出力信号のコンステレーションからデータを復号し、かつコンステレーション座標上での位相を補正するコンステレーション復号化／FEQ 部 28、送信側でトーンオーダリングされた各キャリアに割り付けられているデータを元に戻すトーンデオーダリング部 29、受信データをビタビ復号するビタビ復号化部 30、送信側で並べかえられたデータを元に戻すデインターリーブ部 31、送信側で付加された冗長ビットを削除するリードソロモン復号化部 32 から構成されている。RAM 33 は、プロセッサ 20 のワークエリアであり、ハンドシェイク手順、イニシャライズ手順の実行時に使用される。また、RAM 33 には、図 3、図 4 に示す事前補償テーブルが格納される。トランシーバ 11 は、ホストインターフェース（I/F）34 を介してホスト 12 と接続される。

#### 【0032】

図 3 に示す事前補償テーブルは、ATU-C と ATU-R との距離が 1 km 程度である場合に合わせて作成した事前補償データ（ゲイン補償データ及び位相角補償データ）がインデックス番号ごとに設定されている。具体的には、ゲイン 1.0、位相角 0（ラジアン）の送信データが 1 km 伝搬した時点での振幅減衰及び位相角シフトをそれぞれ補償するゲイン補償データ及び位相角補償データが設定されている。図 4 に事前補償テーブルは、ATU-C と ATU-R との距離が 5 km 程度の遠距離の場合に合わせて作成したゲイン補償データ及び位相角補償データが設定されている。具体的には、ゲイン 1.0、位相角 0（ラジアン）の送信データが 5 km 伝搬した時点での振幅減衰及び位相角シフトをそれぞれ補償するゲイン補償データ及び位相角補償データが設定されている。

#### 【0033】

上記 ADSL モデム装置 2 に対してメタリックケーブルを介してセンター側の ADSL モデム装置が接続される。センター側の ADSL モデム装置は、上記 ADSL モデム装置 2 と同様の構成を備えている。センター側は、通信事業者の設置した交換機である場合には、電話機 4 は存在しない。

#### 【0034】

次に以上のように構成された本実施の形態の動作について具体的に説明する。プロセッサ 20 は、イニシャライズ手順の過程で、事前補償テーブルからゲイン補償データ及び位相角補償データを読み出して送信データに乗算する事前補償処理を実行する。

#### 【0035】

まず、リバーブ信号の位相角シフト及び振幅減衰と、それを送信前に事前に送信データの段階で補償する事前補償処理の基本的な考え方について説明する。

#### 【0036】

例えば、G.dmt では 256 個のサブキャリアを 4.3125 kHz 間隔で配置し、周波数の低い側から 26 個のサブキャリアを上り回線に使用し、残りの 223 個を下り回線に使用している。G.dmt の場合、25 kHz から 1.1 MHz の帯域を使用することになるが、周波数帯域によって振幅減衰率（G）及び位相遅延量（ $\theta$ ）が異なっている。

#### 【0037】

図 5 に 256 個の各サブキャリアに関する振幅減衰と位相角シフトの状態を示す。個々のサブキャリアには周波数の低い側から順番に番号（インデックス）が付けられている。＃はインデックスを表す。図 5 は ATU-C と ATU-R との距離を 1 km に設定した場合のシミュレーション結果を示している。同図に示すように、インデックス番号が大きくなる（周波数が高くなると同義）に従って振幅減衰量が大きくなり、且つ、位相角シフト



も大きくなっていることが判る。また、図6はATU-CとATU-Rとの距離を5kmに設定した場合のシミュレーション結果を示している。ATU-CとATU-Rとの距離を1kmに設定した場合と比較すると、振幅減衰及び位相角シフトが異なっていることが判る。

【0038】

以上のような振幅減衰及び位相角シフトは次のような数式で表すことができる。送信データ(x0, y0)が受信データ(x1, y1)として受信されたと仮定すると、この変換式は(1)式のように表現できる。 $\theta$ は位相遅延、Gは振幅減衰を示している。

【0039】

【数1】

$$\begin{bmatrix} x1 \\ y1 \end{bmatrix} = G \times \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x0 \\ y0 \end{bmatrix}$$

したがって、事前に振幅減衰分だけ振幅を大きくし、位相遅延分だけ位相を逆方向に回転させるように送信データを変形すれば、振幅減衰及び位相角シフトを受けた後の受信データは事前補償前の元データと同一の振幅及び位相角となるはずである。すなわち、(2)式に示すように、回線での振幅減衰G及び位相角シフト $\theta$ を表している行列成分の逆行列を(1)式の両辺に掛けることで、振幅減衰分だけ振幅を大きくし、位相遅延分だけ位相を逆方向に回転させた送信データ(x0, y0)が得られる。(2)式における右辺に示す受信データ(x1, y1)は距離0kmの時の受信データであり、ゲイン1.0で位相角シフト0である。サブキャリア毎に距離に応じて振幅減衰Gと位相角シフト $\theta$ が変化することになる。

【0040】

【数2】

$$\begin{bmatrix} x0 \\ y0 \end{bmatrix} = \frac{1}{G} \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x1 \\ y1 \end{bmatrix}$$

本発明は、(2)式におけるGをゲイン補償データとし、 $\theta$ を位相角補償データとして送信データに乘算する。直感的な把握を容易にするために行列演算式で説明したが、実際には複素数形式でデータを準備して事前補償処理として複素演算が実施される。

【0041】

図7は距離が1km離れた状況での受信データの振幅減衰及び位相遅延をサブキャリア単位で示した図であり、図8は距離を5kmに変化させた状況での受信データの振幅減衰及び位相遅延を示す図である。図7、図8よりサブキャリア(#)毎に受信データの振幅減衰G及び位相角シフト $\theta$ をシミュレーション値として得ることができる。図7に示すシミュレーション値からサブキャリア単位で求められる振幅減衰G及び位相角シフト $\theta$ と、距離0kmの時の受信データであるゲイン1.0、位相角シフト0のデータとを掛けた値で図3に示す事前補償テーブルを作成している。同様に図8に示すシミュレーション値からサブキャリア単位で求められる振幅減衰G及び位相角シフト $\theta$ と、距離0kmの時の受信データであるゲイン1.0、位相角シフト0のデータとを掛けた値で図4に示す遠距離用の事前補償テーブルを作成している。

【0042】

次に、図9のシーケンス図を参照して、実際の通信手順の中でどの信号に事前補償処理を加えるかについて説明する。

【0043】

ATU-CとATU-Rとの間でG.994.1に基づいたハンドシェイク手順を実行してモード選択を行う。同図に示す例であればG.dmtをイニシャライズ手順のモードとして選択している。

## 【0044】

A T U - C は、イニシャライズ手順を開始すると、インデックス# 64 及びインデックス# 48 を使用して C - P I L O T 1 信号又は C - P I L O T 1 A 信号を送信する。

## 【0045】

A T U - R は、イニシャライズ手順を開始してインデックス# 64 及びインデックス# 48 で信号エネルギーを検出すると、当該 P I L O T 信号に基づいてハイパーフレームの同期を合わせる処理を実行する。ハイパーフレームの同期確立後、R - R E V E R B 1 信号を送信する。

## 【0046】

このとき、A T U - R では R - R E V E R B 1 信号に対してゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算し、事前にゲイン補償及び位相角補償した送信データに変換してから送信することとする。具体的に説明する。ハンドシェイク手順及びイニシャライズ手順は、F F T 部 27 から F F T 出力を取り込んだプロセッサ 20 が I F F T 部 26 へ送信データを入力することで実行される。A T U - C と A T U - R との距離が 1 k m 前後の場合は、図 3 の事前補償テーブルを用いる。プロセッサ 20 は、26 個のサブキャリアのそれぞれについて R - R E V E R B 1 信号を生成し、各 R - R E V E R B 1 信号に対してインデックス番号の対応するゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算する。この結果、R - R E V E R B 1 信号はインデックス単位で事前補償されたことになる。

## 【0047】

このように事前補償された R - R E V E R B 1 信号は I F F T 部 26 で逆フーリエ変換された後、A F E 13 でアナログ信号に変換され、回線を通して A T U - C に到達する。R - R E V E R B 1 信号は回線を通して過程で振幅減衰及び位相角シフトを受けるが、事前補償しているので振幅減衰及び位相角シフト後の状態が本来の送信データの振幅及び位相角を示すことになる。

## 【0048】

したがって、A T U - C のプロセッサ 20 は振幅減衰及び位相角シフトしていない又は問題とならない程度の誤差に抑えられた R - R E V E R B 1 信号を獲得できる。プロセッサ 20 は歪みの無い又は小さい R - R E V E R B 1 信号を確実に捕捉できるので、信号捕捉できずに途中でエラーとなることを防止できる。またリモート側と同様にシンボル同期確立することができる。

## 【0049】

また、A T U - C は、R - R E V E R B 1 信号を検出すると C - R E V E R B 1 信号をリモートに対して送信する。C - R E V E R B 1 信号に対してリモート側と同様の事前補償処理を加える。すなわち、プロセッサ 20 が、最大 256 個のサブキャリアのそれぞれについて C - R E V E R B 1 信号を生成し、各 C - R E V E R B 1 信号に対してインデックス番号の対応するゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算する。このように事前補償された C - R E V E R B 1 信号は I F F T 部 26 で逆フーリエ変換された後、A F E 13 でアナログ信号に変換されて送信される。回線を通して A T U - R に到達した C - R E V E R B 1 信号は回線を通して過程で振幅減衰及び位相角シフトを受けるが、事前補償しているので振幅減衰及び位相角シフト後の状態が本来の送信データの振幅及び位相角となっている。A T U - R では、プロセッサ 20 が歪みの無い又は小さい C - R E V E R B 1 信号であるのでシンボル同期確立前であるが確実に信号捕捉でき、捕捉した C - R E V E R B 1 信号に基づいてシンボル同期確立を行うことができ、エラーを生じることなく安定してシンボル同期確立できる。

## 【0050】

また、A T U - C と A T U - R との距離が 5 k m 前後の場合は、図 4 の事前補償テーブルを用いる。A T U - C 及び A T U - R における事前補償処理の内容は図 3 の事前補償テーブルを用いた場合と同様である。前述したように、距離が異なれば、受信データの受ける振幅減衰及び位相角シフトの状態も異なる。距離が 5 k m 前後の場合は、1 k m のときとは異なる歪みが受信信号に生じるので、距離に合わせた事前補償が必要になる。そこで

、ATU-CとATU-Rとの距離が5 km前後の場合は、図4の事前補償テーブルを用いることにより、実際の回線(5 km)で受ける振幅減衰及び位相角シフトに応じた事前補償が可能になる。

【0051】

R-REVERB1信号、C-REVERB1信号に対して事前補償した後、イニシャライズ手順で送信する各種信号(R-REVERB2, R-REVERB3, R-MEDLEY, C-REVERB2, C-REVERB3, C-MEDLEY等)に対しては事前補償処理を加えないで送信する。

【0052】

これは、C-REVERB1信号、R-REVERB1信号に基づいてシンボル同期確立するまでは、振幅減衰、位相角シフトによる信号の歪み起因してエラーとなる可能性が高いが、REVERB1信号によるシンボル同期確立後は振幅減衰、位相角シフトがあっても信号を捕らえることが容易になるからである。

【0053】

イニシャライズ手順が完了すると、次にデータ通信であるショートタイムが開始される。なお、図9のシーケンス図はハンドシェイク手順及びイニシャライズ手順の前半部分しか図示されていない。

【0054】

以上の説明では、プロセッサ20がC-REVERB1信号、R-REVERB1信号に対してゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算する場合を説明したが、図10に示すようにIFFT部26の入力段に複素演算回路35を配置し、複素演算回路35でゲイン補償データ及び位相角補償データの乗算を実行するように構成することが望ましい。複素演算回路35が乗算に用いるゲイン補償データ及び位相角補償データはC-REVERB1信号、R-REVERB1信号に合わせて複素数の状態にしている。また、距離の異なるゲイン補償データ及び位相角補償データを複素乗算係数として書き換え可能に構成するか、並列に設置することが望ましい。ATU-CとATU-Rとの距離を確認した上で、適切なゲイン補償データ及び位相角補償データを複素乗算係数として設定でき、又は回路切替え可能になるからである。

【0055】

尚、送信データを事前補償処理する場合は複素演算回路35に通すが、それ以外の場合は複素演算回路35に通さずにIFFT部26へ送信データを入力するように信号の流れを制御する必要がある。

【0056】

また、以上の説明では、C-REVERB1信号、R-REVERB1信号にだけゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算して事前補償する場合を説明したが、ハンドシェイク手順、イニシャライズ手順の任意の信号に対して同様の事前補償処理を加えても良いし、全ての信号に対して同様の事前補償処理を加えるように構成しても良い。

【0057】

全ての信号に対して事前補償処理を加える構成にすれば、ATU-CとATU-Rとの距離が大きく離れている場合、例えば5 km以上のように振幅減衰及び位相角シフトが大きい場合に効果的である。

【0058】

次に、ショートタイム中の内容について説明する。ショートタイム中は、前述したように送信データはコンステレーション符号化部25でコンステレーションデータに変換されてからIFFT部26へ入力される。ATU-CとATU-Rとの距離が大きく離れているために、ショートタイム中に送信される送信データが大きく減衰し又位相角がシフトするようであれば、C-REVERB1信号、R-REVERB1信号と同様に、ショートタイム中の全送信データにゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算して事前補償してから送信することは有効な対策である。それ以外の場合は従来通り事前補償せずにIFFT26部へ入力する。

## 【0059】

ショータイム中の送信データを事前補償処理する場合は、IFFT部26の前段に複素演算回路35を配置し、コンステレーション符号化部25から出力されたコンステレーションデータ、即ち複素数で表された送信データを複素演算回路35に入力してサブキャリア単位でゲイン補償データ及び位相角補償データを乗算する。振幅及び位相角について事前補償された送信データをIFFT部26に入力して逆フーリエ変換してから回線上へ送信する。複素演算回路35に設定するゲイン補償データ及び位相角補償データはATUCとATURとの距離に応じた適切なデータが設定される。

## 【0060】

なお、いくつもの距離に応じた多数の事前補償テーブルを用意しておけば、より細かな対応が可能であるが、メモリ容量の増大又は回路規模の複雑化を招く。しかしながら、ATUCとATURとの距離が3kmであるが、距離1kmの事前補償テーブルを用いて事前補償したとしても、1kmの通信路で受ける振幅減衰及び位相角シフトについては補償することができるのである程度の効果は期待できる。

## 【0061】

以上の説明ではADSLモデムを例に説明したが、他のタイプのDSLに適用されるxDSLモデムにも同様に適用可能である。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0062】

本発明は、個々のサブキャリアで送信される送信データの振幅及び位相角を正しく受信側へ伝達できて通信距離を長くすることができ、メタルケーブルを使用したデジタル通信に適用可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0063】

【図1】本発明の実施の形態に係る通信システムの概略構成図

【図2】図1に示すトランシーバの機能ブロック図

【図3】1kmの回線でのゲイン補償データ及び位相角補償データのテーブル構成図

【図4】5kmの回線でのゲイン補償データ及び位相角補償データのテーブル構成図

【図5】1kmの回線での振幅減衰及び位相角シフトを示す図

【図6】5kmの回線での振幅減衰及び位相角シフトを示す図

【図7】図5に対応した1kmの回線での振幅減衰及び位相角シフトをサブキャリア単位で示す図

【図8】図6に対応した5kmの回線での振幅減衰及び位相角シフトをサブキャリア単位で示す図

【図9】ハンドシェイク手順及びイニシャライズ手順の前半部を示すシーケンス図

【図10】複素演算回路を配置した部分構成図

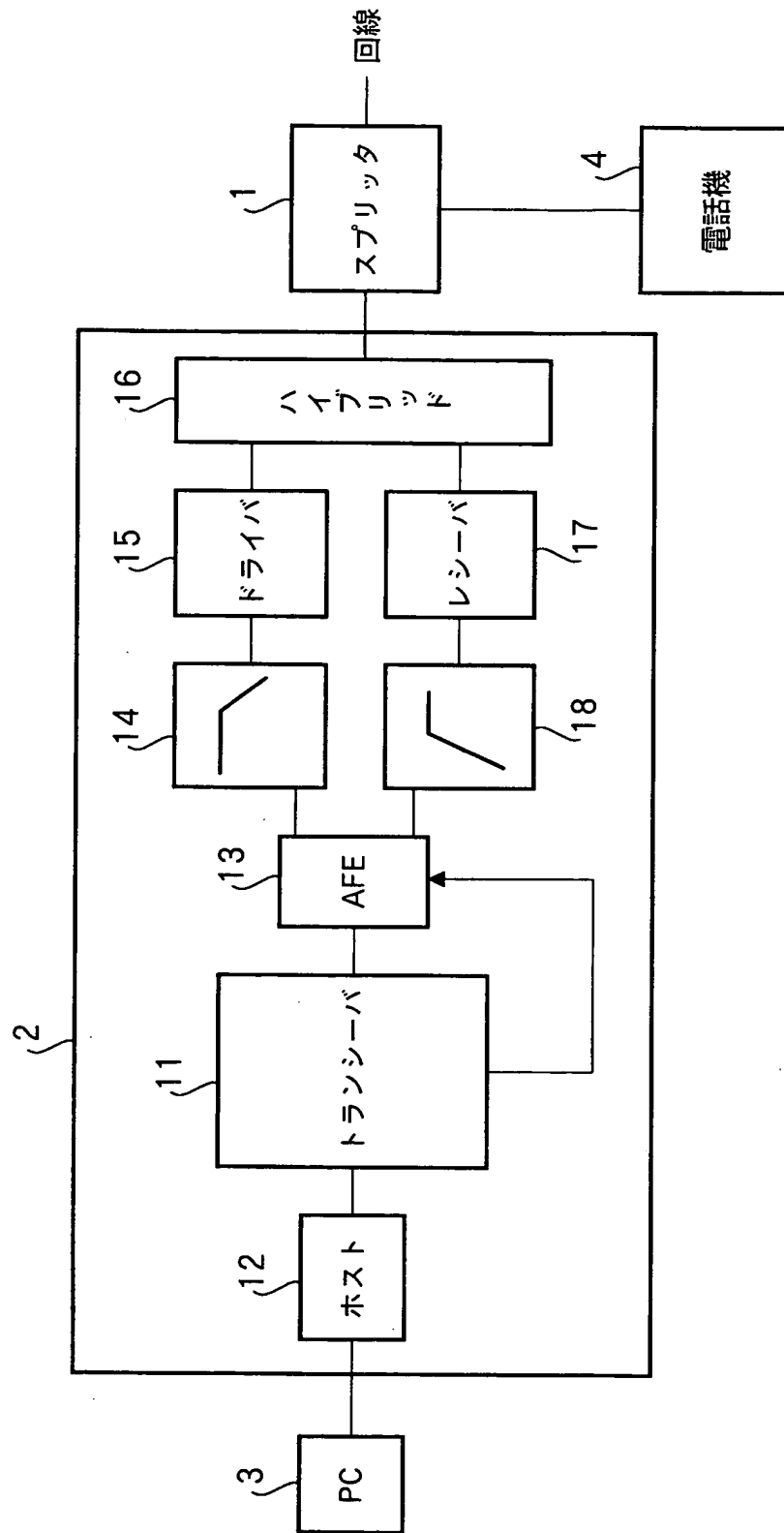
## 【符号の説明】

## 【0064】

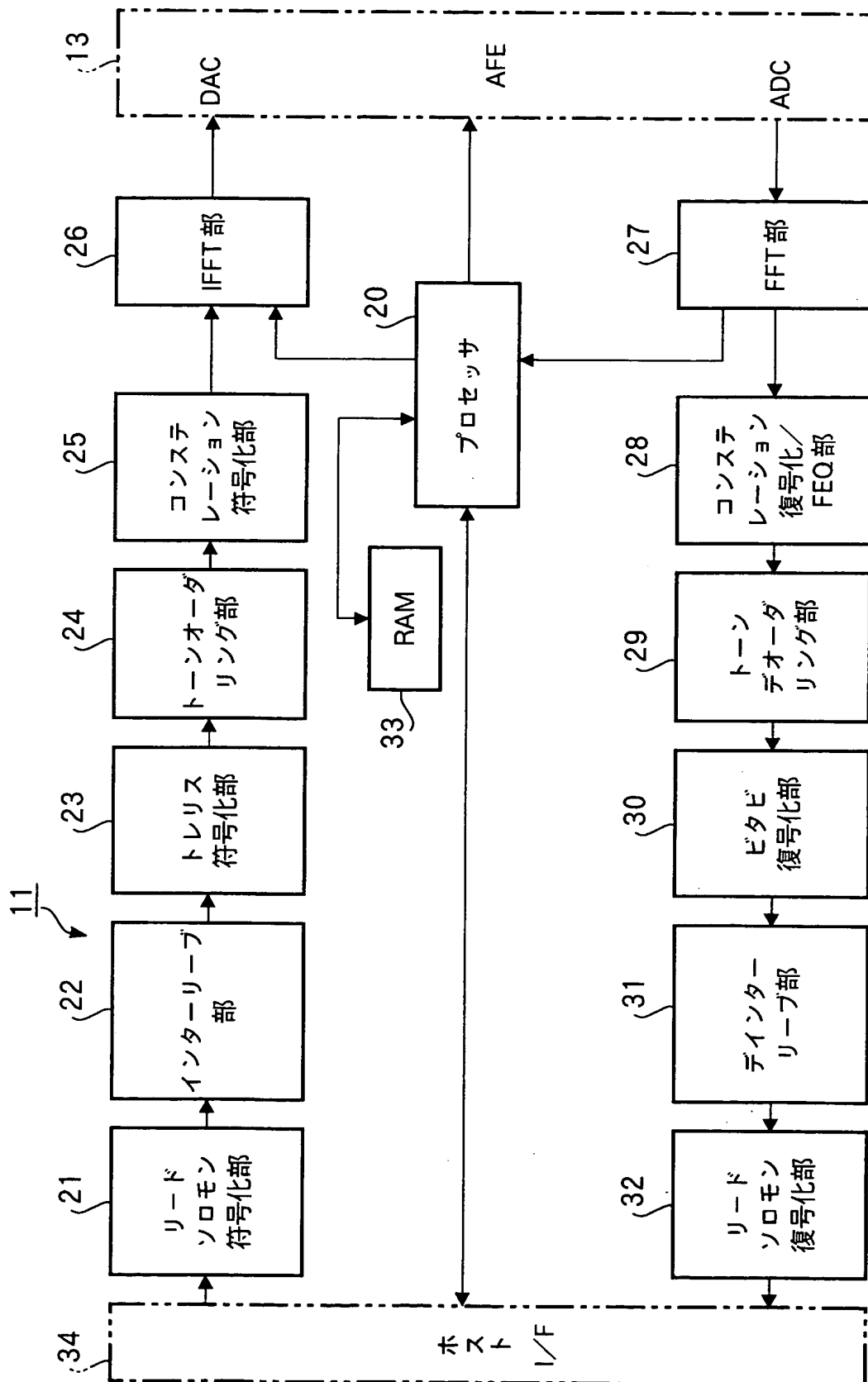
- 1 スプリッタ
- 2 ADSLモデム装置
- 3 ユーザ端末
- 4 電話機
- 11 トランシーバ
- 12 ホスト
- 13 AFE
- 14 アナログフィルタ
- 15 ドライバ
- 16 ハイブリッド
- 17 レシーバ
- 18 アナログフィルタ

- 2 0 プロセッサ
- 2 1 リードソロモン符号化部
- 2 2 インターリーブ部
- 2 3 トレリス符号化部
- 2 4 トーンオーダリング部
- 2 5 コンステレーション符号化部
- 2 6 I F F T 部
- 2 7 F F T 部
- 2 8 コンステレーション復号化／F E Q 部
- 2 9 トーンデオーダリング部
- 3 0 ビタビ復号化部
- 3 1 デインターリーブ部
- 3 2 リードソロモン復号化部
- 3 3 R A M
- 3 5 複素演算回路

【書類名】 図面  
【図 1】



【図 2】



【図 3】

1km の回線での事前補償テーブル

ゲイン補償データ

サブキャリア # 0	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
1.5188	1.7719	1.9713	2.1381	2.2812	2.4060
# 6	# 7	# 8	# 9	.....	
2.5161	2.6144	2.7030	2.7838	.....	

位相角(radian)補償データ

サブキャリア # 0	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
0.4365	0.6393	0.8104	0.9681	1.1188	1.2659
# 6	# 7	# 8	# 9	.....	
1.4111	1.5554	1.6993	1.8432	.....	

ゲイン補償データ

サブキャリア # 246	# 247	# 248	# 249	# 250	# 251
47.0956	47.5472	48.0027	48.4620	48.9252	49.3923
サブキャリア # 252	# 253	# 254	# 255		
49.8633	50.3383	50.8173	51.3004		

位相角(radian)補償データ

サブキャリア # 246	# 247	# 248	# 249	# 250	# 251
-2.8967	-2.7666	-2.6366	-2.5066	-2.3767	-2.2468
サブキャリア # 252	# 253	# 254	# 255		
-2.1171	-1.9874	-1.8577	-1.7282		



【図 4】

## 5km の回線での事前補償テーブル

## ゲイン補償データ

サブキャリア # 0	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
8.0816	17.4667	29.7712	44.6828	61.7787	80.6278
# 6	# 7	# 8	# 9	-----	
100.8498	122.1447	144.3007	167.1900	-----	

## 位相角(radian)補償データ

サブキャリア # 0	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
2.1827	-3.0867	-2.2310	-1.4429	-0.6890	0.0465
# 6	# 7	# 8	# 9	-----	
0.7725	1.4937	2.2132	2.9327	-----	

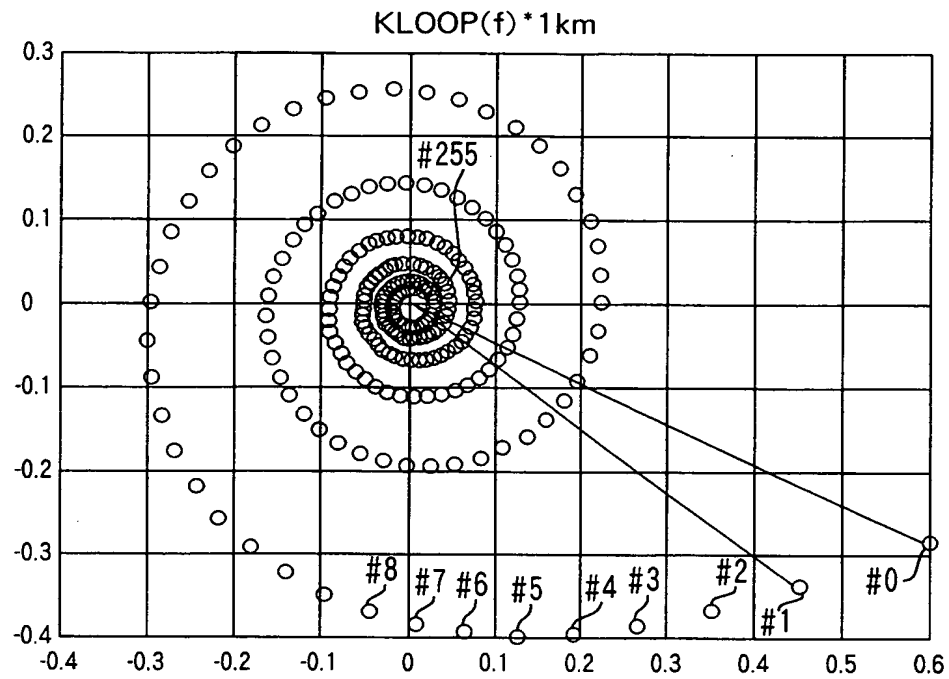
ゲイン補償データ (単位  $10^{**8}$ ) \*\* はべき乗

サブキャリア # 246	# 247	# 248	# 249	# 250	# 251
2.3169	2.4301	2.5488	2.6730	2.8033	2.9397
サブキャリア # 252	# 253	# 254	# 255		
3.0825	3.2322	3.3889	3.5531		

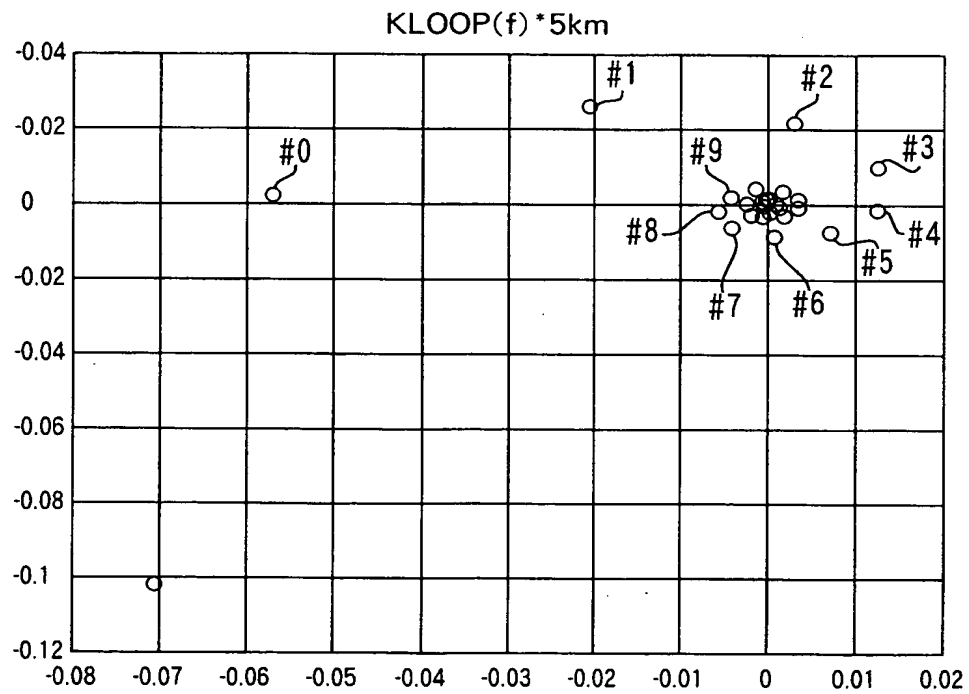
## 位相角(radian)補償データ

サブキャリア # 246	# 247	# 248	# 249	# 250	# 251
-1.9174	-1.2667	-0.6165	0.0334	0.6830	1.3322
サブキャリア # 252	# 253	# 254	# 255		
1.9810	2.6295	-3.0055	-2.3577		

【図 5】



【図 6】



【図 7】

1km の回線でのゲイン

ゲイン

サブキャリア # 0	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
0.6584	0.5644	0.5073	0.4677	0.4384	0.4156
# 6	# 7	# 8	# 9	.....	
0.3974	0.3825	0.3700	0.3592	.....	

位相角(radian)

サブキャリア # 0	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
-0.4365	-0.6393	-0.8104	-0.9681	-1.1188	-1.2659
# 6	# 7	# 8	# 9	.....	
-1.4111	-1.5554	-1.6993	-1.8432	.....	

ゲイン

サブキャリア # 246	# 247	# 248	# 249	# 250	# 251
0.0212	0.0210	0.0208	0.0206	0.0204	0.0202
サブキャリア # 252	# 253	# 254	# 255		
0.0201	0.0199	0.0197	0.0195		

位相角(radian)

サブキャリア # 246	# 247	# 248	# 249	# 250	# 251
2.8967	2.7666	2.6366	2.5066	2.3767	2.2468
サブキャリア # 252	# 253	# 254	# 255		
2.1171	1.9874	1.8577	1.7282		

【図 8】

5km の回線でのゲインと位相

ゲイン

サブキャリア # 0	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
0.1237	0.0573	0.0336	0.0224	0.0162	0.0124
# 6	# 7	# 8	# 9	.....	
0.0099	0.0082	0.0069	0.0060	.....	

位相角(radian)

サブキャリア # 0	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
-2.1827	3.0867	2.2310	1.4429	0.6890	-0.0465
# 6	# 7	# 8	# 9	.....	
-0.7725	-1.4937	-2.2132	-2.9327	.....	

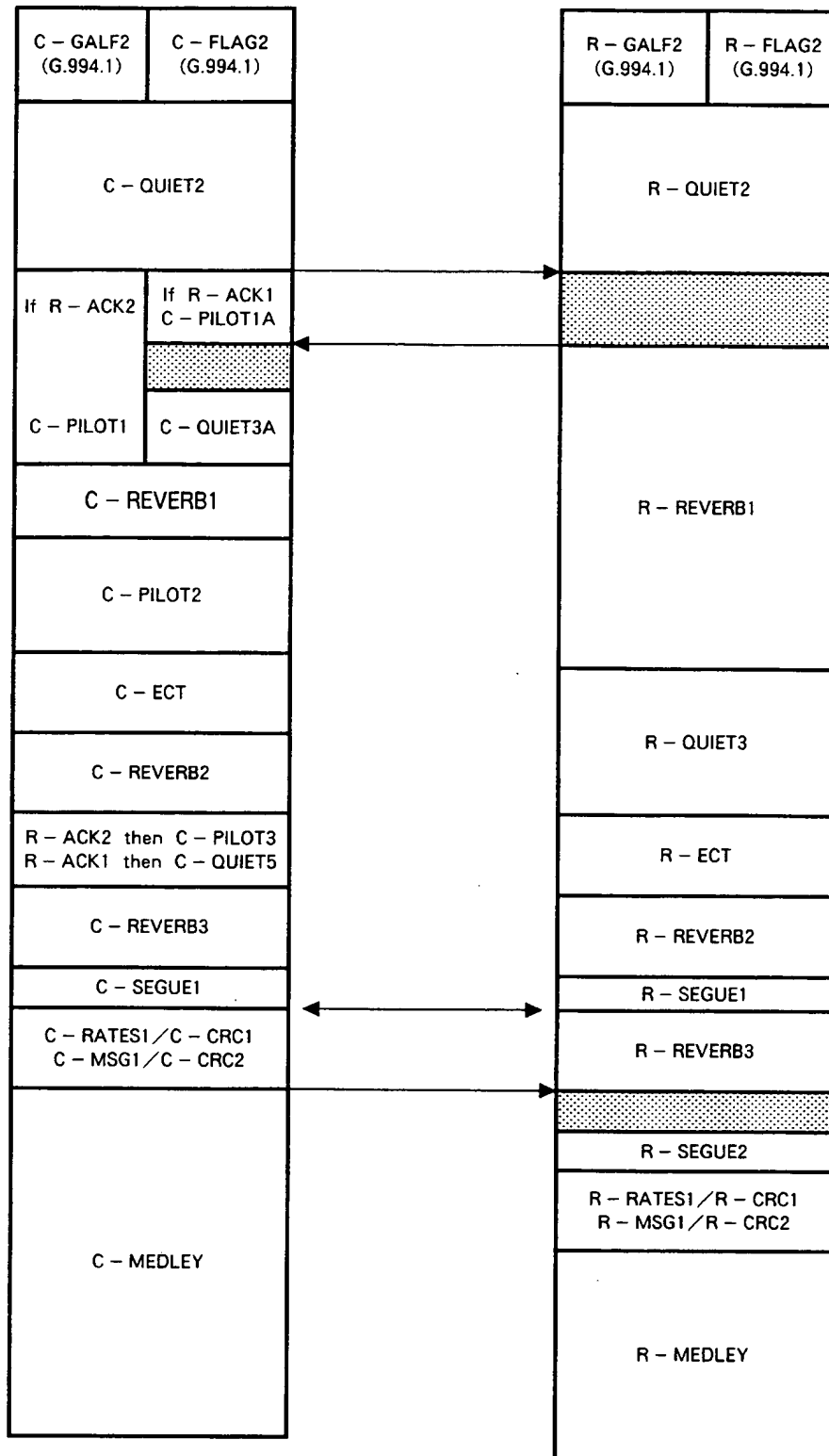
ゲイン (単位  $10^{**(-8)}$ ) \*\* はべき乗

サブキャリア # 246	# 247	# 248	# 249	# 250	# 251
0.4316	0.4115	0.3923	0.3741	0.3567	0.3402
サブキャリア # 252	# 253	# 254	# 255		
0.3244	0.3094	0.2951	0.2814		

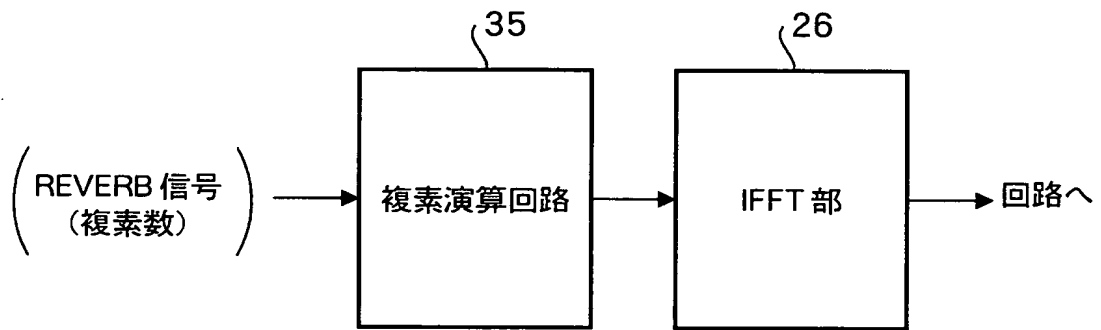
位相角(radian)

サブキャリア # 246	# 247	# 248	# 249	# 250	# 251
1.9174	1.2667	0.6165	-0.0334	-0.6830	-1.3322
サブキャリア # 252	# 253	# 254	# 255		
-1.9810	-2.6295	3.0055	2.3577		

【図 9】



【図 10】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 個々のサブキャリアで送信される送信データの振幅及び位相角を正しく受信側へ伝達でき、通信距離を長くすること。

**【解決手段】** プロセッサ 20 がデータ通信前に特定信号を交換するイニシャライズ手順を実行し、複素演算回路 35 がサブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算する。乗算結果が IFFT 部 26 で同時に複数のサブキャリアで送信されるように変調される。また、データ通信中に、サブキャリア単位で用意されたゲイン補償データ及び位相角補償データを同一サブキャリアの送信データに対して乗算するものとした。

**【選択図】** 図 10

特願 2003-299108

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名

松下電器産業株式会社